Aus der prothetischen Abteilung (Direktor: Prof. Dr. A. Klughardt)
des Zahnärztlichen Instituts der Universität Jena

# Physikalische und chemische Eigenschaften des Prothesenwerkstoffs Neo-Hekolith

---

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Zahnärztlichen Doktorwürde

der Medizinischen Fakultät

der

Friedrich-Schiller-Universität Jena

vorgelegt von

LILLY ZABEL

aus Hamburg

Mai 1936

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität Jena

Dekan: Prof. Dr. med. Buhtz.
Referent: Prof. Dr. phil. et med. dent Klughardt.

Meinen Eltern gewidmet

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA40153718_0052

# Physikalische und chemische Eigenschaften des Prothesen-Werkstoffs Neo-Hekolith.

Bei Sichtung der zahnärztlichen Literatur begegnet uns immer wieder die Frage nach einem neuen Prothesenwerkstoff, der geeignet wäre, an die Stelle des Kautschuks zu treten.

Das Suchen nach neuem Material beweist, daß der Kautschuk nicht als das Idealpräparat anzusehen ist. Schon seine wenig zahnfleischähnliche Farbe, sein totes Aussehen, seine verhältnismäßig große Sprödigkeit sind Nachteile, die die Frage nach einem geeigneteren Material rechtfertigen.

Zelluloid und Harze sind bereits in deutschen und ausländischen Werken als Ausgangsmaterialien herangezogen worden. Es stellte sich aber heraus, daß das einfache Zelluloid, wie das ihm ähnliche Cellon und Cellit, den chemischen und mechanischen Anforderungen auf die Dauer nicht gewachsen war. Ein Zelluloseabkömmling Hekolith, das vor etwa 10 Jahren in den Handel gebracht wurde, konnte zunächst keinen Anklang finden, da es sich als nicht mundbeständig erwies. Der Grund war in den verwandten Farbstoffen und teils in der Zelluloidmasse selbst zu suchen. Trotz der Verbesserungen durch das Werk wirken die ersten Mißerfolge noch nach und halten manchen Praktiker zurück, erneut Hekolith zu versuchen.

Die verschiedensten Kunstharzprodukte wurden auf ihre Tauglichkeit als Prothesenmaterial untersucht. Phenol-Formaldehyd-Harze erwiesen sich als untauglich, da sie im Munde Phenol bzw. Formalin abgaben, sich verfärbten und außerdem eine geringe Haltbarkeit zeigten.

Die Harnstoffkunstharze waren nicht mundbeständig genug.

Bakelit und seine ihm verwandten Stoffe mußten, da ihnen jegliche Thermoplastizität fehlte, abgelehnt werden.

Ein gewisser Erfolg konnte von den Amerikanern mit Resovin, einem Vinyl-Harz, erzielt werden.

Seit etwa 2 Jahren ist ein Material auf dem deutschen Markt erschienen, das die Aufmerksamkeit in Fachkreisen erregt: Das Kunstharz Neo-Hekolith der Heko-Werke (Berlin).

In der „Zahnärztlichen Rundschau" schreibt Dr. Hansen (Apenrade, Dänemark), er sei überzeugt, daß das Heko-Werk mit dem Neo-Hekolith das Vollkommene erreicht habe. In derselben Zeitschrift tritt Dr. K. Weder (Berlin-Borsigwalde) für den neuen Stoff ein und bezeichnet ihn als voll-

wertigen Kautschukersatz. In seinen „Untersuchungen über das Verhalten neuerer zahnärztlicher Prothesenmaterialien im Vergleich zum Zahnkautschuk" stellt H. Roehr (Berlin) Neo-Hekolith an die erste Stelle vor alle anderen Prothesenwerkstoffe. Das Heko-Werk selbst bezeichnet Neo-Hekolith als den Gaumenplatten-Werkstoff höchster hygienischer, ästhetischer und prothesentechnischer Ansprüche.

Es galt nun festzustellen, inwieweit die angeführten Behauptungen den Tatsachen entsprechen.

Neo-Hekolith wird in Form von Basisplatten verschiedener Größe in den Handel gebracht und im sog. Trockenpreßverfahren bearbeitet.

Die Farbe des Materials kommt der des Zahnfleisches nahe. Hervorzuheben ist die Transparenz, die das naturwahre Aussehen erhöht. Die folgenden von mir ausgeführten Untersuchungen sollen darlegen, ob Neo-Hekolith den physikalischen und chemischen Anforderungen, die an ein Plattenmaterial gestellt werden müssen, genügt.

Bei Untersuchung der physikalischen Materialeigenschaften galt es zuerst festzustellen, wie sich Neo-Hekolith mit Porzellanzähnen und verschiedenen Metallen kombiniert.

Zur Beobachtung gelangten Goldknopfzähne, Platin-, Silberpalladium-, Eisenkrampon- und Diatoricszähne, Stahl-, Gold- und Palliagklammern.

Es wurde eine Reihe von Schliffen hergestellt, die das Haften des Neo-Hekolith an diesen verschiedenen Materialien zeigen sollte.

Bei Herstellung der Schliffe erwies es sich, wie entscheidend für die Beurteilung die Behandlungsart ist. Gerade die mechanische Bearbeitung, die gleichzeitig Neo-Hekolith und Metall bzw. Porzellanzähne erfaßt, schafft Schwierigkeiten insofern, als diese Materialien dem Schleifprozeß verschieden lange Zeit widerstehen. Außerdem genügt ein Erwärmen des Materials beim Schleifen, um das Resultat völlig zu ändern.

Um Fehlerquellen zu meiden, wurde mit Karborund unter Wasser geschliffen. Alle Schliffe, mit Ausnahme der durch die Diatoricszähne geführten, wurden mit Bimsstein und Schlemmkreide geglättet und poliert.

Makroskopisch betrachtet, schienen Krampons und Klammern vom Neo-Hekolith fest umgeben zu sein und die Porzellanzähne mit genügender Sicherheit im Material zu stehen.

Dieses Resultat konnte durch Mikrophotogramme bestätigt werden.

Alle folgenden Aufnahmen wurden mit der Vertikal-Standardkamera 9 : 12 der Firma Carl Zeiss, Jena, gemacht. Die Aufnahmen 1—7 wurden mit dem Objektiv: Zeiss Mikrotar f = 3 cm, die letzten drei mit dem Zeiss Mikrotar f = 5 cm hergestellt. Der Maßstab der Vergrößerung ist in den Aufnahmen 1—7 15 : 1, in 8, 9 und 10 9 : 1.

Abb. 1 zeigt einen senkrecht geführten Schnitt durch einen Goldknopfzahn. Neo-Hekolith liegt dem Krampon allseitig gut an. Besonders muß betont werden, daß das Prothesenmaterial in den winkligen Raum, der zwischen Porzellan und Gold hier vorliegt, restlos eingedrungen ist und zu einer guten Verankerung des Zahnes im Material beiträgt.

Abb. 1 Phot. Zeiss

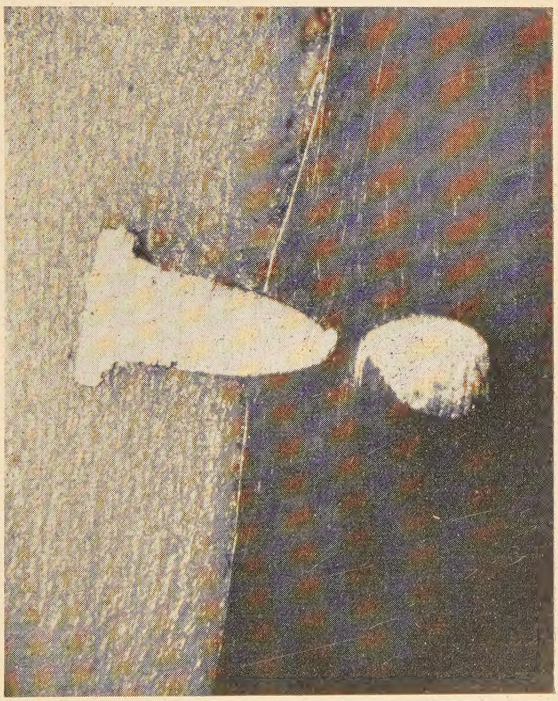


Abb. 2 Phot. Zeiss

Abb. 2 gibt das vergrößerte Bild eines Längsschnittes durch einen Platinkramponzahn wieder. (Die beiden getrennten Kramponteile sind auf einen Fehler beim Schleifen zurückzuführen, der aber bei der kritischen Betrachtung des Bildes nicht ins Gewicht fällt.) Wie bei dem Goldknopfzahn, sieht man auch hier Neo-Hekolith das Metall fest umschließen.

Abb. 3 bringt das Bild eines Schliffes durch einen Silberpalladiumzahn. Der Krampon ist im Material gut fixiert.

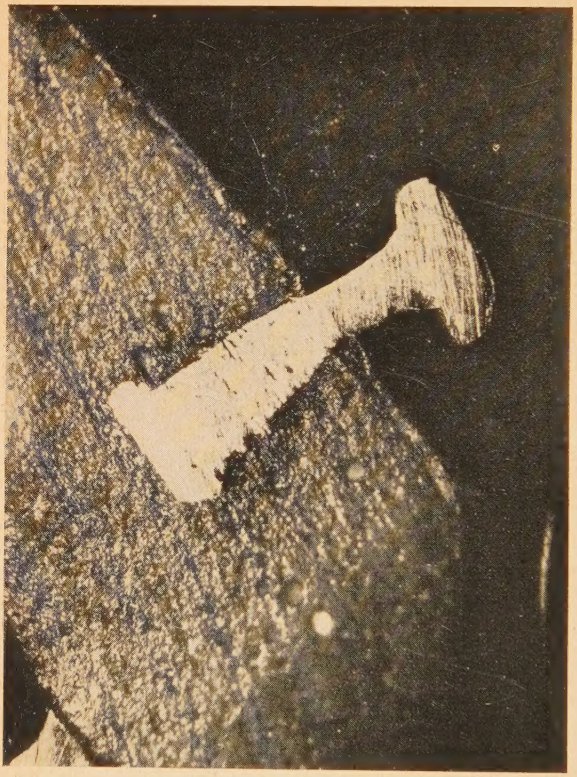


Abb. 3 Phot. Zeiss

Abb. 4 stellt einen senkrechten Schnitt durch einen Eisenkramponzahn dar. Im Gegensatz zu den vorigen Bildern fällt hier der tiefe Schatten auf, der der Linie des Krampons folgt. Offensichtlich bestehen hier starke Lücken zwischen dem unechten Metall und dem Basismaterial Neo-Hekolith. Bei dieser Aufnahme möchte ich nicht verfehlen, auf die sehr schlechte Haftung des Eisenkrampons im Porzellan hinzuweisen. Die minderwertige Fixierung des Eisenkrampons sowohl im Porzellanzahn selbst als auch im Neo-Hekolith wird durch eine Oxydationsschicht erklärt.

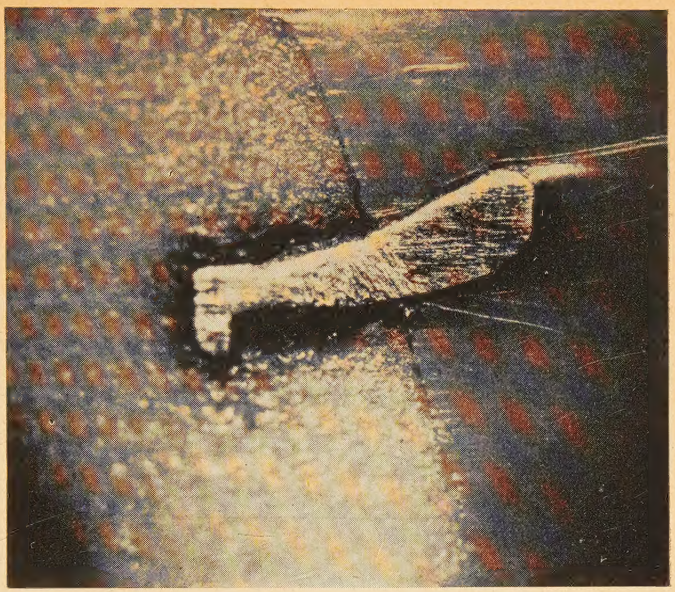


Abb. 4 Phot. Zeiss

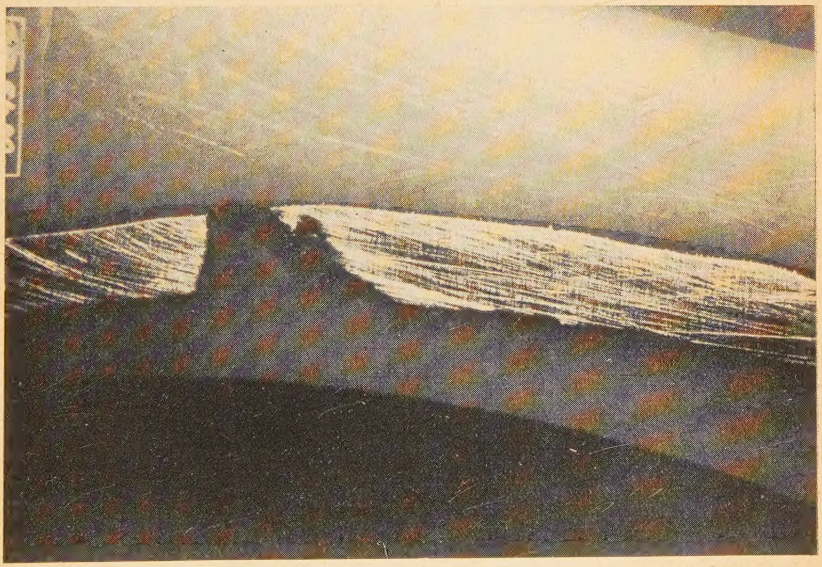


Abb. 5 Phot. Zeiss

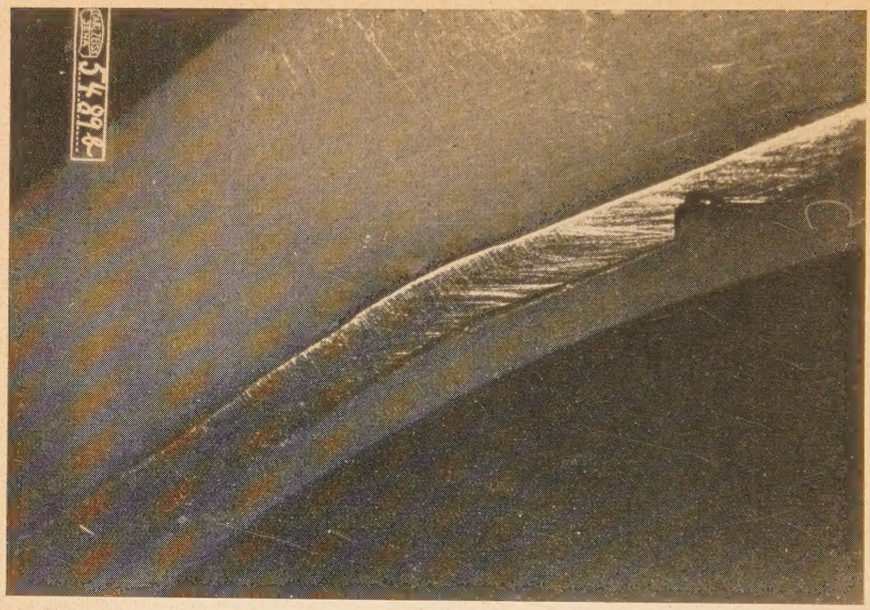


Abb. 6 Phot. Zeiss

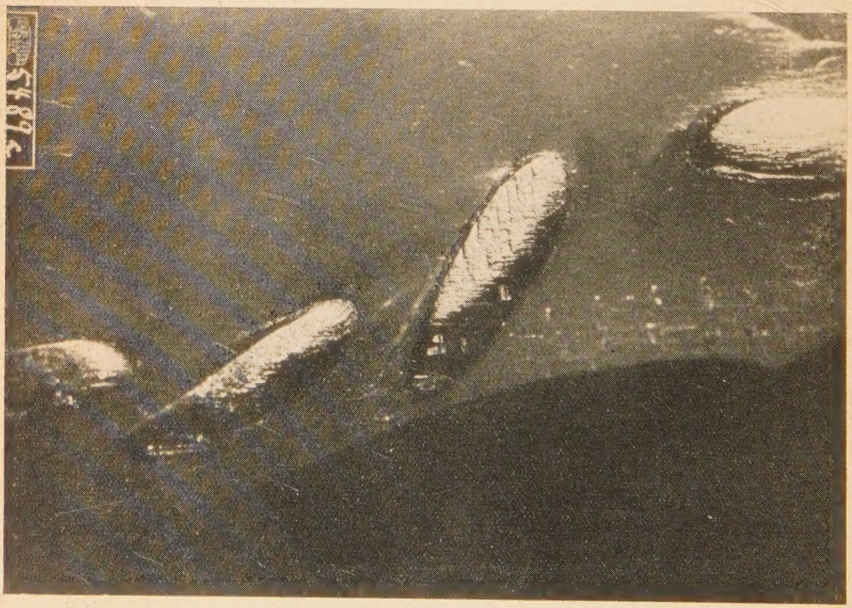


Abb. 7 Phot. Zeiss

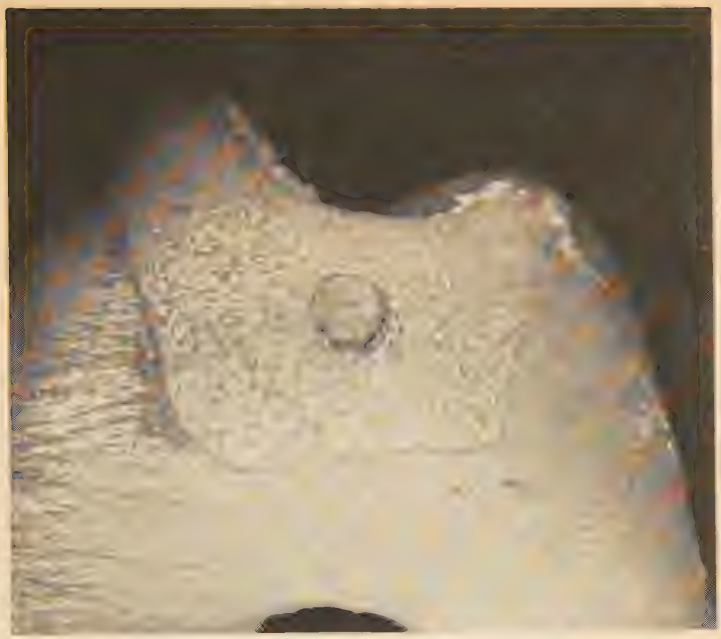


Abb. 8 Phot. Zeiss

Abb. 9 Phot. Zeiss

Die folgenden drei Abbildungen zeigen Längsschnitte durch Klammerschwänze.

Abb. 5 stellt einen Goldklammerschwanz dar. Er wird relativ gut von Neo-Hekolith umschlossen. Das Material ist auch gut in die Kerbe eingedrungen, und so wird an der Stelle der Halt der Klammer unterstützt.

Aus der Abb. 6 geht die Lage einer Palliagklammer in Neo-Hekolith hervor. Für sie gilt dasselbe, was ich zur Goldklammer sagte. Auch hier ist das gute Eindringen des Neo-Hekolith in die Kerbe der Klammer hervorzuheben.

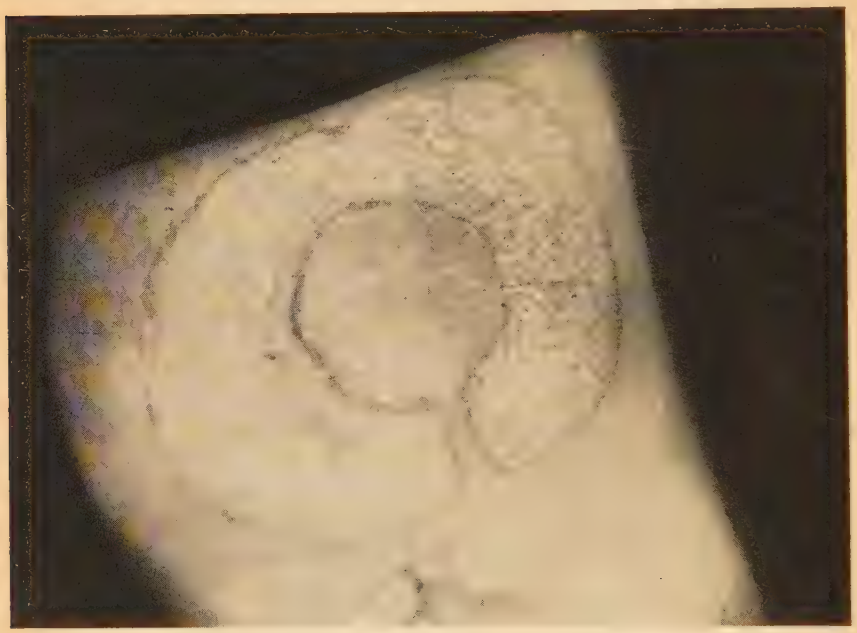


Abb. 10 Phot. Zeiss

Die Beurteilung der Abb. 7, eines gedrehten Stahlklammerschwanzes, wird durch die mannigfachen starken Lichtreflexe äußerst erschwert. Es ist dennoch zu erkennen, daß auch Stahl gut von Neo-Hekolith umschlossen wird.

Die Abbildungen 8, 9 und 10 zeigen Schliffe durch Diatoricszähne.

Das Ergebnis der senkrechten Schliffe (Abb. 8. und 9), wie des Querschliffes (Abb. 10) ist das gleiche: Neo-Hekolith umschließt den Porzellanzahn fest und füllt die Löcher der Diatoricszähne voll aus.

Die Auswertung dieser zehn Bilder führt zu dem Schluß, daß Neo-Hekolith eine gute Befestigung für Zähne und Klammern gewährt. Das Fehlen jeglicher Sulfidschicht auf den Metallteilen, wie sie bei Kautschuk-

stücken durch die Vulkanisation nicht zu umgehen ist, mag eine teilweise Erklärung für das gute Haften der Metalle im Neo-Hekolith geben. Den Porzellanzähnen liegt Neo-Hekolith fest an, so daß die Gefahr einer Retention von Speiseresten zwischen Zahn und Prothesenstoff nicht besteht. Durch das restlose Eindringen des Neo-Hekolith in die Löcher der Diatoricszähne ist der Halt der Zähne im Material gesichert.

In engem Zusammenhang mit diesen Beobachtungen stehen Versuche über mechanische Eigenschaften, technische Verarbeitungsmöglichkeit und spezifisches Gewicht des Neo-Hekolith. Erst die Würdigung und die Bewertung all dieser Momente kann ein abschließendes Urteil über die physikalischen Eigenschaften des neuen Prothesenwerkstoffes zulassen.

Die wesentlichen Punkte zur Erkenntnis der mechanischen Eigenschaften des Materials sind Zähigkeit, Verformung und Härte.

In Folgendem gebe ich in der Hauptsache die Resultate wieder, die H. Roehr (Berlin) nach exakt ausgeführten Untersuchungen mit Neo-Hekolith erzielte.

Die im Pendelschlagwerk geprüfte Schlagfestigkeit ergab für vorgeformtes Neo-Hekolith, so wie es das Werk liefert, im Durchschnitt eine aufgenommene Arbeit von 8,67 cmkg, für Neo-Hekolith, wie es der fertigen Prothese entspricht, im Durchschnitt 14,253 cmkg. Es ist somit fester als Kautschuk, von dem der rote als der festete im Durchschnitt eine aufgenommene Arbeit von 13,124 cmkg zeigt.

Die Prüfung der Formänderung, bei der bekanntlich die elastische von der bleibenden zu unterscheiden ist, ergab für Neo-Hekolith äußerst günstige Resultate. Neo - Hekolith bewies vor allen anderen gebräuchlichen Prothesenmaterialien, wie Kautschuk, Hekolith und Resovin, die größte Widerstandsfähigkeit, da es keine Materialermüdungserscheinungen und keine Strukturänderung zeigte und noch bei weitgehender Ueberschreitung der Elastizitätsgrenze das Bestreben hatte, in die ursprüngliche Form zurückzukehren.

Die Härteproben brachten für Neo-Hekolith gute Ergebnisse. Während schwarzer und roter Kautschuk bei konstanter Belastung und Belastungsdauer einen Kugeleindruck von 0,5 ⌀ in mm ergab, zeigte Neo-Hekolith unter gleichen Versuchsbedingungen nur einen solchen von 0,4 ⌀ in mm.

Wenn die physikalischen Materialeigenschaften restlos ausgewertet werden sollen, so muß die Technik der Verarbeitung berücksichtigt werden. Im Gegensatz zum Kautschuk finden keine chemischen Veränderungen bei der Verarbeitung statt. Es handelt sich um die Umänderung des Aggregatzustandes. Das Material muß eine Form annehmen, in der es ohne große Schwierigkeit in gewünschte Bahnen gelenkt werden kann. Es muß thermoplastisch sein. Die größte Plastizität des Neo-Hekolith liegt bei 130°, und entsprechend wird es im Gang der Arbeit bei dieser Temperatur gepreßt. Die Verformung des Materials beginnt bei 85°. Wenn auch Kautschuk erst bei 95° biegsam wird, so bedeutet das in keiner Weise einen Vorzug, da praktisch diese Temperaturen im Munde nicht vorkommen. Auch bei sehr

heißen Getränken kann eine Temperatur von 60—65° ohne Schädigung kaum überschritten werden.

Zum Abschluß der Betrachtung der physikalischen Materialeigenschaften soll auf das spezifische Gewicht hingewiesen werden. Es ist sehr niedrig und liegt mit 1,34 um etwa 30 % tiefer als das spezifische Gewicht des Kautschuks. Darin besteht ein Vorteil, der dem Patienten unmittelbar zugute kommt. Da eine Prothese jederzeit als Fremdkörper im Munde anzusehen ist, so muß es unser Bestreben sein, dem Patienten diesen Fremdkörper so leicht wie möglich zu gestalten. Darin unterstützt uns das niedrige spezifische Gewicht des Neo-Hekolith. Sollte aber einmal, z. B. im Unterkiefer, ein schwereres Stück am Platze sein, so erinnere ich an die gut mögliche Kombination mit Metallen, die in solchem Falle indiziert ist.

Im Mittelpunkt der weiteren Ausführungen steht das Verhalten des neuen Prothesenwerkstoffes chemischen Einflüssen gegenüber.

Auf die Frage: „Was ist Neo-Hekolith?", antwortet das Werk: „Neo-Hekolith ist ein Gemisch hochmolekularer polymerer Verbindungen im optimalen Mischungsverhältnis, stark elastisiert und mit mund- und lichtbeständigen Farben gefärbt."

Durch die folgenden Untersuchungen galt es, die Widerstandsfähigkeit des Neo-Hekolith gegen Säuren und Alkalien festzustellen.

Um ganz bestimmte Reaktionen zu erzielen, wandte ich Pufferlösungen an. Die Reaktion eines Mediums wird bekanntlich durch die Wasserstoffionenkonzentration gegeben. Diese ist bei $^1/_{100}$ molarer Salzsäurelösung $10^{-2}$, wobei man den Exponenten 2 (ohne das Minuszeichen) als das $p_h$ der Salzsäurelösung bezeichnet. Ich darf daran erinnern, daß reines Wasser ein $p_h$ von 7 hat und Lösungen, die weniger H-Ionen enthalten, alkalisch, die mehr enthalten, deren $p_h$ also kleiner ist, sauer reagieren. Pufferlösungen sichern die Konstanthaltung des $p_h$.

Mit den von mir angesetzten vier Puffergemischen konnte ich einen $p_h$-Bereich von 3—10 erzielen.

Da sich die fermentativen Reaktionen hauptsächlich im Bereich zwischen $p_h = 2$ und $p_h = 9$ abspielen, konnte ich mit den Pufferlösungen eine H-Ionenkonzentration erreichen, die derjenigen des Speichels der verschiedensten Patienten entspricht.

Für meine Beobachtungen benutzte ich Pufferlösungen, deren Zusammensetzung aus den folgenden Tabellen hervorgeht (Tab. I.).

Die Tabellen entsprechen im Wesentlichen denen von Sörensen und Michaelis (Handbuch der Pflanzenanalyse, IV. Band, III. Teil, Seite 919, Citratpuffer und Phosphatpuffer nach Sörensen, Acetatpuffer und Ammonchlorid — Ammoniakpuffer nach Michaelis). Die geringen Abweichungen werden durch leichte Verunreinigungen der Salze bedingt.

Außer diesen Versuchen mit Pufferlösungen setzte ich zur Untersuchung der chemischen Eigenschaften des Neo-Hekolith solche mit n 10

# Tabelle 1

## Citratpuffer

| $P_h$ | Citratlösung $cm^3$ | n/10 HCl $cm^3$ | Einwirkende Salzmenge g |
|---|---|---|---|
| 3,0 | 27,5 | 22,5 | 0,578 g kristall. Zitronensäure |
| 5,3 | 47,5 | 2,5 | 0,979 g „ „ |

## Phosphatpuffer

| $P_h$ | prim. $K_3 PO_4$ $cm^3$ | Einw. Salzmenge g | sek. $Na_3 PO_4$ $cm^3$ | Einw. Salzmenge g |
|---|---|---|---|---|
| 5,3 | 48,75 | 0,443 | 1,25 | 0,015 |
| 5,8 | 45 | 0,409 | 5 | 0,059 |
| 6,9 | 20 | 0,182 | 30 | 0,356 |
| 7,8 | 2,5 | 0,023 | 47,5 | 0,564 |

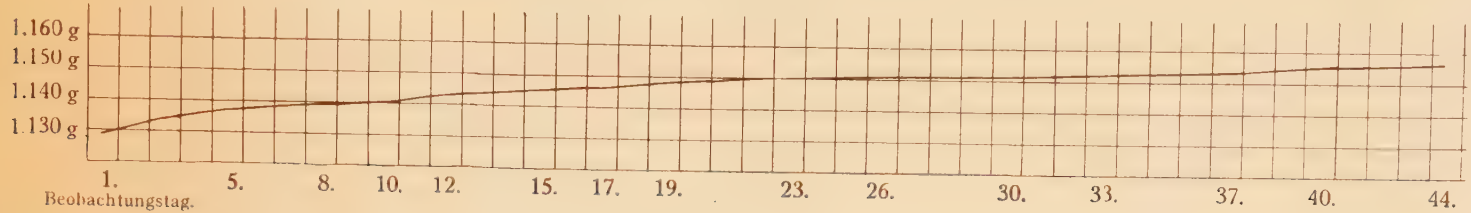
## Acetatpuffer

| $P_h$ | n/10 $CH_3 COONa$ $cm^3$ | Einw. Salzmenge g | n/10 $CH_3 COOH$ $cm^3$ | aqua dest. $cm^3$ |
|---|---|---|---|---|
| 3,5 | 5 | 0,041 | 25,6 | 19,46 |
| 4,3 | 5 | 0,041 | 3,2 | 41,8 |
| | n/10 $CH_3 COONa$ $cm^3$ | Einw. Salzmenge g | n/100 $CH_3 COOH$ $cm^3$ | aqua dest. $cm^3$ |
| 5,7 | 5 | 0,041 | 2,0 | 43,0 |

## Ammonchlorid-Ammoniakpuffer

| $P_h$ | n/10 $NH_4 Cl$ $cm^3$ | Einw. Salzmenge g | n 10 $NH_3$ $cm^3$ | Einw. Salzmenge g |
|---|---|---|---|---|
| 7,1 | 64 | 0,342 | 2 | 0,003 |
| 8,9 | 40 | 0,214 | 5 | 0,009 |
| 9,1 | 30 | 0,161 | 15 | 0,026 |
| 9,9 | 15 | 0,080 | 30 | 0,051 |
| 10,0 | 5 | 0,026 | 40 | 0,068 |
| 11,0 | 2 | 0,011 | 64 | 1,088 |

Phosphatpuffer. $p_h = 7{,}8$. Neo-Hekolith, vorgeformt.



HCl und n/10 NaOH an. Mit dem $P_h = 1$ der n/10 HCl und dem $P_h = 14$ der n/10 NaOH konnte ich gewissermaßen zwei Extremfälle beobachten.

Die Neo-Hekolith-Proben selbst, die ich den chemischen Einflüssen aussetzte, zerfielen in zwei Gruppen: 1. Das Material, wie es vorgeformt als Basisplatte in den Handel kommt. 2. Das verarbeitete Material, das z. T. mit Porzellanzähnen und Metallen kombiniert war.

Alle Probestücke wurden auf einer Analysenwage auf die 3. Dezimalstelle nach dem Komma genau gewogen.

Aus den nächsten Tabellen (Tab. II) geht die Verteilung der Stücke auf die Lösungen hervor.

Alle Lösungen mit den eingelegten Stücken stellte ich in den Brutschrank, worin sie 5—6 Wochen blieben. Alle zwei Tage, am Ende der Versuchsreihe alle 3—4 Tage, bestimmte ich die Gewichtsänderung, nachdem ich die einzelnen Stücke zuvor mit Fließpapier gründlich trocknete.

Aus den Tabellen (Tab. II) läßt sich leicht erkennen, daß die Stücke aus den vorgeformten Platten sehr bald schwerer wurden und erst nach Ablauf von etwa 6 Wochen einem konstanten Gewicht zustrebten. Nach den ersten beiden Beobachtungstagen hatte sich ihr Gewicht um etwa 0,4—0,5 % des ursprünglichen erhöht. Diese Gewichtserhöhung stieg weiter, bis sie nach 6 Wochen etwa 2 % des Ursprungsgewichtes betrug.

Aus der graphischen Darstellung ist das zunehmende Gewicht ersichtlich. Da die Kurven der Gewichte für vorgeformtes Neo-Hekolith in dem $P_h$-Bereich 1—14 untereinander kaum nennenswerte Unterschiede aufweisen, wählte ich zur Demonstration die Kurve einer Gewichtsänderung, die sich bei einem $P_h$ von 7,8 im Phosphatpuffer ergab. Zur Erklärung sei gesagt, daß einem halben Zentimeter auf der Abscisse ein Beobachtungstag und einem halben Zentimeter auf der Ordinaten 0,01 g entspricht.

Ein völlig anderes Verhalten als die vorgeformten Stücke zeigten die verarbeiteten, die den gleichen Bedingungen ausgesetzt waren. Wenn sich auch hier nach etwa 6 Wochen eine Gewichtserhöhung erkennen läßt, so ist sie mit 0,2—0,3 % des Ursprungsgewichtes so gering, daß sie praktisch unwesentlich ist, zumal wenn man bedenkt, daß zu dem Zeitpunkt ein konstantes Gewicht erreicht wurde. Zur Prüfung dieses Ergebnisses weise ich auf die Tabellen hin (Tab. II).

Außer der Gewichtserhöhung zeigten sämtliche Stücke keinerlei Veränderungen, sei es in der Farbe oder Form.

Es wurden verschiedene Salzgemische benutzt, um festzustellen, ob sich Neo-Hekolith gegen z. B. Citrat, Phosphat, Acetat oder Ammonchlorid verschieden verhält. Aus den Versuchen geht hervor, daß durch keines der Salze eine spezifische Schädigung erfolgt.

Die Erhaltung der Politur all die Wochen hindurch, in denen Säuren und Alkalien einwirkten, verdient, besonders erwähnt zu werden.

Wenn die Gewichtserhöhung lediglich durch Wasseraufnahme erfolgte, so mußten folgende Versuche darüber Klarheit schaffen.

# Tabelle II.

**Citratpuffer** — Gewicht bestimmt am Beobachtungstag:

| $P_h$ | Material (g) | 1. | 3. | 5. | 8. | 10. | 12. | 15. | 17. | 19. | 23. | 26. | 30. | 33. | 37. | 40. | 44. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 3,0 | Neo-Hekolith, vorgeformt | 1,055 | 1,060 | 1,063 | 1,065 | 1,066 | 1,069 | 1,071 | 1,072 | 1,074 | 1,076 | 1,077 | 1,077 | 1,078 | 1,079 | 1,080 | 1,081 |
| „ | Neo-Hek., Platinkramponz. | 0,766 | 0,766 | 0,766 | 0,766 | 0,766 | 0,766 | 0,767 | 0,767 | 0,767 | 0,767 | 0,767 | 0,767 | 0,767 | 0,767 | 0,768 | 0,768 |
| 5,3 | Neo-Hekolith, vorgeformt | 1,111 | 1,116 | 1,119 | 1,121 | 1,122 | 1,125 | 1,127 | 1,128 | 1,130 | 1,132 | 1,133 | 1,133 | 1,134 | 1,136 | 1,137 | 1,138 |

**Phosphatpuffer**

| $P_h$ | Material (g) | 1. | 3. | 5. | 8. | 10. | 12. | 15. | 17. | 19. | 23. | 26. | 30. | 33. | 37. | 40. | 44. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 5,3 | Neo-Hekolith, vorgeformt | 1,311 | 1,316 | 1,319 | 1,322 | 1,323 | 1,326 | 1,329 | 1,330 | 1,332 | 1,335 | 1,336 | 1,337 | 1,337 | 1,339 | 1,341 | 1,342 |
| 5,8 | „ „ „ | 1,193 | 1,198 | 1,201 | 1,203 | 1,205 | 1,207 | 1,210 | 1,211 | 1,213 | 1,215 | 1,216 | 1,217 | 1,217 | 1,219 | 1,220 | 1,221 |
| 6,9 | „ „ „ | 1,210 | 1,215 | 1,218 | 1,221 | 1,223 | 1,225 | 1,228 | 1,229 | 1,231 | 1,233 | 1,234 | 1,235 | 1,235 | 1,237 | 1,239 | 1,240 |
| 7,8 | „ „ „ | 1,129 | 1,131 | 1,137 | 1,139 | 1,140 | 1,143 | 1,145 | 1,146 | 1,148 | 1,150 | 1,151 | 1,151 | 1,152 | 1,153 | 1,155 | 1,156 |
| „ | Neo-Hek., Goldklammerschwanz | 0,724 | 0,724 | 0,724 | 0,724 | 0,725 | 0,725 | 0,725 | 0,725 | 0,726 | 0,726 | 0,726 | 0,726 | 0,726 | 0,726 | 0,727 | 0,727 |

**Acetatpuffer**

| $P_h$ | Material (g) | 1. | 3. | 5. | 8. | 10. | 12. | 15. | 17. | 19. | 23. | 26. | 30. | 33. | 37. | 40. | 44. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 3,6 | Neo-Hekolith, vorgeformt | 1,135 | 1,140 | 1,143 | 1,146 | 1,147 | 1,150 | 1,152 | 1,153 | 1,155 | 1,157 | 1,158 | 1,159 | 1,159 | 1,161 | 1,163 | 1,163 |
| „ | Neo-Hek., Diatoricszahn, Stahlklammerschwanz | 0,925 | 0,925 | 0,925 | 0,926 | 0,926 | 0,926 | 0,927 | 0,927 | 0,927 | 0,927 | 0,927 | 0,927 | 0,927 | 0,927 | 0,928 | 0,928 |
| 4,3 | Neo-Hekolith, vorgeformt | 1,274 | 1,279 | 1,282 | 1,285 | 1,286 | 1,289 | 1,292 | 1,293 | 1,295 | 1,297 | 1,298 | 1,299 | 1,299 | 1,302 | 1,304 | 1,304 |
| 5,7 | „ „ „ | 1,189 | 1,194 | 1,197 | 1,200 | 1,201 | 1,204 | 1,206 | 1,208 | 1,209 | 1,211 | 1,212 | 1,213 | 1,213 | 1,216 | 1,217 | 1,217 |

**Ammonchlorid-Ammoniakpuffer**

| $P_h$ | Material (g) | 1. | 3. | 5. | 7. | 10. | 12. | 14. | 18. | 21. | 25. | 28. | 32. | 35. | 39 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 7,1 | Neo-Hekolith, vorgeformt | 1,279 | 1,285 | 1,286 | 1,290 | 1,293 | 1,295 | 1,296 | 1,299 | 1,300 | 1,301 | 1,301 | 1,303 | 1,305 | 1,306 |
| 8,9 | „ „ | 1,274 | 1,280 | 1,281 | 1,285 | 1,288 | 1,289 | 1,291 | 1,294 | 1,295 | 1,296 | 1,297 | 1,299 | 1,300 | 1,301 |
| 9,1 | Neo-Hek., Diatoricszahn | 0,419 | 0,419 | 0,419 | 0,419 | 0,419 | 0,419 | 0,419 | 0,420 | 0,420 | 0,420 | 0,420 | 0,420 | 0,421 | 0,421 |
| 9,9 | Neo-Hekolith, vorgeformt | 1,213 | 1,220 | 1,221 | 1,225 | 1,227 | 1,229 | 1,231 | 1,233 | 1,234 | 1,235 | 1,235 | 1,237 | 1,239 | 1,240 |
| 10,0 | Neo-Hek., Goldknopfzahn | 0,762 | 0,762 | 0,762 | 0,762 | 0,763 | 0,763 | 0,763 | 0,763 | 0,763 | 0,763 | 0,763 | 0,763 | 0,764 | 0,764 |
| 11,0 | Neo-Hek., fertig gepreßt | 0,394 | 0,394 | 0,394 | 0,395 | 0,395 | 0,395 | 0,396 | 0,396 | 0,396 | 0,396 | 0,396 | 0,396 | 0,396 | 0,397 |

**n/10 HCl**

| $P_h$ | Material (g) | 1. | 3. | 5. | 8. | 10. | 12. | 15. | 17. | 19. | 23. | 26. | 30. | 33. | 37. | 40. | 44. | 47. | 51. | 54. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1,0 | Neo-Hekolith, vorgeformt | 0,965 | 0,969 | 0,971 | 0,974 | 0,975 | 0,977 | 0,979 | 0,980 | 0,981 | 0,983 | 0,984 | 0,984 | 0,984 | 0,986 | 0,987 | 0,988 | 0,988 | 0,989 | 0,989 |

| | | 1. | 3. | 5. | 9. | 12. | 16. | 19. | 23. | 26. | 30. | 33. | 37. | 40. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| „ | Neo-Hek., Silberpalladiumzahn, Eisenkramponz. | 1,528 | 1,528 | 1,529 | 1,530 | 1,531 | 1,531 | 1,531 | 1,531 | 1,532 | 1,532 | 1,532 | 1,532 | 1,532 |

**n 10 NaOH**

| $P_h$ | Material (g) | 1. | 3. | 5. | 8. | 10. | 12. | 16. | 19. | 23. | 26. | 30. | 33. | 37. | 40. | 44. | 46. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 14,0 | Neo-Hek., Palliagklammerschwanz | 0,650 | 0,650 | 0,650 | 0,650 | 0,650 | 0,651 | 0,651 | 0,651 | 0,651 | 0,651 | 0,651 | 0,651 | 0,652 | 0,652 | 0,652 | 0,652 |

| | | 1. | 3. | 5. | 9. | 12. | 16. | 19. | 23. | 26. | 30. | 33. | 37. | 39. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| „ | Neo-Hekolith, vorgeformt | 0,800 | 0,804 | 0,807 | 0,810 | 0,811 | 0,812 | 0,813 | 0,815 | 0,816 | 0,817 | 0,818 | 0,819 | 0,819 |

In einer Trockenpistole, die durch Sieden von Alkohol auf etwa 75° gehalten wurde, trocknete ich sämtliche Stücke erst 8 Stunden, wog sie und trocknete sie dann bis zur zweiten Wägung noch weitere 6 Stunden. Das zahlenmäßige Ergebnis geht aus der folgenden Tabelle hervor (Tab. III).

Alle Stücke wurden leichter. Die vorgeformten verloren die Hälfte ihres aufgenommenen Gewichtes, während die Stücke aus der Prothese

## Tabelle III

Gewicht g

| $P_h$ | Material | Anfang | nach 6 Wochen Brutschrank | nach 8 Std. Trocken-pistole | nach 14 Std. Trocken-pistole | nach 3 Tagen aqua dest. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1,0 | Neo-Hekolith, vorgeformt | 0,965 | 0,989 | 0,978 | 0,974 | 0,976 |
| 1,0 | Neo-Hek., Silberpalladiumzahn, Eisenkramponz. | 1,528 | 1,532 | 1,526 | 1,525 | 1,527 |
| 3,0 | Neo-Hekolith, vorgeformt | 1,055 | 1,081 | 1,069 | 1,066 | 1,068 |
| 3,0 | Neo-Hek., Platinkramponz. | 0,766 | 0,768 | 0,764 | 0,763 | 0,764 |
| 3,5 | Neo-Hekolith, vorgeformt | 1,135 | 1,163 | 1,152 | 1,149 | 1,151 |
| 3,5 | Neo-Hek., Diatoricszahn, Stahlklammerschwanz | 0,925 | 0,928 | 0,924 | 0,923 | 0,924 |
| 4,3 | Neo-Hekolith, vorgeformt | 1,274 | 1,304 | 1,290 | 1,286 | 1,288 |
| 5,3 | „ „ | 1,111 | 1,138 | 1,126 | 1,123 | 1,125 |
| 5,3 | „ „ | 1,311 | 1,342 | 1,328 | 1,325 | 1,327 |
| 5,7 | „ „ | 1,189 | 1,217 | 1,204 | 1,200 | 1,203 |
| 5,8 | „ „ | 1,193 | 1,221 | 1,208 | 1,206 | 1,207 |
| 6,9 | „ „ | 1,210 | 1,240 | 1,227 | 1,224 | 1,226 |
| 7,1 | „ „ | 1,279 | 1,306 | 1,294 | 1,289 | 1,292 |
| 7,8 | „ „ | 1,129 | 1,156 | 1,144 | 1,141 | 1,143 |
| 7,8 | Neo-Hekolith, Goldklammer-schwanz | 0,724 | 0,727 | 0,724 | 0,723 | 0,724 |
| 8,9 | Neo-Hekolith, vorgeformt | 1,274 | 1,301 | 1,289 | 1,285 | 1,287 |
| 9,1 | Neo-Hek., Diatoricszahn, | 0,419 | 0,421 | 0,417 | 0,417 | 0,417 |
| 9,9 | Neo-Hekolith, vorgeformt | 1,213 | 1,240 | 1,228 | 1,223 | 1,225 |
| 10,0 | Neo-Hekolith, Goldknopfzahn | 0,762 | 0,764 | 0,760 | 0,759 | 0,760 |
| 11,0 | Neo-Hek., endgültig gepreßt | 0,394 | 0,397 | 0,394 | 0,393 | 0,394 |
| 14,0 | Neo-Hekolith, Palliagklammer-schwanz | 0,650 | 0,652 | 0,648 | 0,647 | 0,648 |
| 14,0 | Neo-Hekolith, vorgeformt | 0,800 | 0,819 | 0,809 | 0,806 | 0,808 |

um ein ganz Geringes sogar unter ihr Ursprungsgewicht gingen. Die vierzehn Stunden einwirkende trockene Wärme hat die Farbe des Neo-Hekolith nicht beeinflussen können. Lediglich die Gestalt der vorgeformten Stücke hatte sich leicht verändert, indem die einst scharfen Kanten abgerundet erschienen. Ich möchte hier daran erinnern, daß Neo-Hekolith bei

85° sich zu verformen beginnt. Ich halte es für absolut möglich, daß die lange Zeit einwirkende Wärme von 75° eine ähnliche Verformung herbeizuführen vermag, wie sie sonst erst bei höherer Temperatur eintritt.

Die Politur der vorgeformten Stücke war geschwunden, während sie bei den anderen noch fast völlig erhalten war.

Im Anschluß an die Trocknung, durch die ich möglichst weitgehende Rückgabe des aufgenommenen Wassers erzielen wollte, wässerte ich alle Stücke 3 Tage lang in destilliertem Wasser, um evtl. aufgenommene Salze herauszuwaschen. Darauf bestimmte ich noch einmal das Gewicht. Ich weise auf die Tabelle III hin. Alle Stücke hatten geringe Feuchtigkeitsmengen wieder aufgenommen.

Ich darf wohl behaupten, daß die nun gefundenen Werte ein konstantes Gewicht für die vorgeformten Stücke und praktisch das Ursprungsgewicht für die endgültig gepreßten darstellen.

Eine verschiedene Porosität der beiden Stückarten kann die einzige Erklärung für das ungleiche Verhalten geben. Durch den Vorgang des Pressens bei Herstellung einer Neo-Hekolith-Prothese wird die Oberfläche des Materials derart verdichtet, daß weder Wasser noch Salze in schädigendem Maße aufgenommen werden können.

Bei Beurteilung eines neuen Prothesenwerkstoffes sind seine physikalischen und chemischen Eigenschaften von ausschlaggebender Bedeutung.

Die vorliegenden Untersuchungen über Neo-Hekolith haben ergeben, daß es sowohl in physikalischer wie auch in chemischer Beziehung den Anforderungen, die an ein Plattenmaterial gestellt werden müssen, in vollem Umfange genügt. Im Hinblick auf die Vorteile, die es dem Kautschuk und den anderen gebräuchlichen Materialien gegenüber besitzt, muß Neo-Hekolith als bedeutender Fortschritt auf dem Gebiete der Prothetik angesehen werden. Wird außerdem in Betracht gezogen, daß mit Neo-Hekolith ein aus rein deutschen Rohstoffen hergestelltes Material gegeben ist, so ist eine weitgehende Verbreitung in Fachkreisen wünschenswert.

Zum Schluß meiner Arbeit sage ich Herrn Prof. Dr. K l u g h a r d t für die Ueberlassung des Themas und die freundliche Unterstützung bei Anordnung der Versuche meinen ergebensten Dank.

Ferner danke ich Herrn Prof. Dr. M a u r e r für die Anregungen bei der Auswahl der chemischen Untersuchungsmethoden.

Ein weiterer Dank gilt dem H e k o - W e r k für Materialüberlassung und der Firma C a r l Z e i s s für die Anfertigung der Photogramme.

## Schriften-Nachweis.


**Eichentopf,** Otto, Dr.: Prakt. Winke für Reparaturen an Hekolith-Prothesen. Z.R. 1930, Nr. 27.

**Hansen,** Dr. (Apenrade, Dänemark): Antwort auf Anfrage 161 Nr. 36 Z.R. 1934, Nr. 42.

Heko-Werk, Berlin: Hekolith. Antwort zu Anfrage 150 Nr. 39 Z.R. 1933, Nr. 42.

Heko-Werk, Berlin: Die Neo-Hekolithtechnik. Sept. 1935.

Heko-Werk, Berlin: Neo-Hekolith.

**Normann** (The British Dental Journal 1930, Nr. 13): Hekolith, Referat Z.R. 1930, Nr. 27.

**Passow,** H., Dr. (Hamburg): Antwort auf Anfrage 208 Nr. 50 Z.R. 1932, Nr. 52.

**Pellier-Cuit** (Fécamp): Das Hekolith. Referat Z.R. 1929, Nr. 2.

**Roehr,** Heinr., Dr. (Berlin): Ueber die Anfertigung einwandfreier Kunstharz-Prothesen unter besonderer Berücksichtigung des Neo-Hekolith. Z.R. 1935, Nr. 39.

**Roehr,** Heinr., Dr. (Berlin): Untersuchungen über das Verhalten neuerer zahnärztlicher Prothesenmaterialien im Vergleich zum Zahnkautschuk. 1935 (Dissertation).

**Schmitz,** W., Dr. (Köln-Mülheim): Die Verwendung von Hekolith als Prothesenmaterial bei einem Fall hartnäckiger Stomatitis aphtosa. Z.R. 1935, Nr. 11.

**Selbach,** Dr. (Hamburg): Erfahrungen mit Neo-Hekolith. Z.R. 1935, Nr. 17.

**Selbach,** Dr. (Hamburg): Etwas von Hekolith. Z.R. 1932, Nr. 27.

**Weder,** Kurt, Dr.: Neo-Hekolith — ein vollwertiger Kautschukersatz. Z.R. 1934, Nr. 45.

**Ziese,** Walter (Ludwigshafen a. Rh.): Fermentative Methodik. B. Die Herstellung einiger physiologischer Bedingungen in vitro. S. 917. Handbuch der Pflanzenanalyse, herausgegeben von G. Klein. 4. Band, III. Teil. Wien 1933.

## Lebenslauf.

Am 24. März 1912 wurde ich als Tochter des Bankbeamten Karl Friedrich Zabel und seiner Ehefrau Helene Olga, geb. Menk, in Hamburg geboren.

Im Frühjahr 1918 trat ich in das Elise-Averdieck-Lyzeum in Hamburg ein, besuchte von 1924 an die Deutsche Oberschule derselben Lehranstalt, an der ich am 24. Februar 1932 die Reifeprüfung ablegte.

Ich studierte vom S.S. 32 bis einschl. W.S. 33/34 an der Universität Hamburg, an der ich nach Beendigung des S.S. 33 die zahnärztliche Vorprüfung mit dem Urteil „gut" bestand. Im S.S. 34 studierte ich an der Universität Jena. Mit dem W.S. 34/35 kehrte ich an die Hamburger Universität zurück, wo ich mich der zahnärztlichen Prüfung nach Beendigung des Sommersemesters 35 unterzog, mit „gut" bestand und am 13. November 1935 die Approbation als Zahnarzt erhielt.

Im W.S. 35/36, somit meinem 8. Studiensemester, war ich an der Universität Jena immatrikuliert.

Druck
Hermann Freyhoff,
Oranienburg-Berlin.